

ВЛИЯНИЕ ОТБОРА ПРОБ НА ТОЧНОСТЬ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ПО МАСЛУ

Ключевые слова: анализ, диагностирование, металл, осаждение, проба, смазочное масло, спектральный анализ.

Аннотация. Одним из путей в решении проблемы повышения надежности двигателя является оценка текущего состояния агрегатов по содержанию продуктов износа в масле на основе спектрального анализа.

Данный способ дает возможность определить текущее техническое состояние не только не разбирая ДВС и не прерывая его процесс эксплуатации, а также осуществлять принятие обоснованных решений, связанных с проведением необходимых технических воздействий с целью восстановления работоспособности соответствующих узлов уже на ранней стадии, когда восстановление работоспособности не связано с большими материальными затратами.

На сегодняшний день одной из основных проблем АПК является поддержание работоспособного состояния имеющейся изношенной техники, содержание которой требует значительных затрат. В настоящее время большинство хозяйств не имеют достаточно средств на обновление парка техники и производства полнокомплектного ремонта [1, с. 33]. Анализ работы тракторов и сельскохозяйственных машин показывает, что из-за различных поломок и неисправностей постоянно не работают до 20 % машин. Наибольшее количество неисправностей приходится на двигатель. Кроме того, тракторные двигатели в процессе эксплуатации работают с заниженными технико-экономическими показателями, что влияет на производительность и снижает срок их службы [2, с. 16].

Одной из ресурсопределяющих деталей двигателя является цилиндропоршневая группа. Неплотность цилиндропоршневой группы и камеры сгорания является одним из основных параметров технического состояния двигателя, существенно влияющего на его эффективную работу. При увеличении неплотности ЦПГ ухудшаются такие технико-экономические показатели, как эффективная мощность,

удельный и часовой расход топлива, повышается температура выхлопных газов, увеличивается количество вредных выбросов в атмосферу, снижается долговечность двигателя.

На долю двигателя приходится до 50 % отказов. Поэтому необходимо проводить комплекс работ, связанных с повышением долговечности работы МТА. Особое значение здесь следует уделять технической диагностике машин, которая позволяет уменьшить расходы на техническое обслуживание и ремонт, сократить простои МТА из-за внезапных отказов, контролировать состояние узлов и агрегатов машин [4, с. 5].

По мере совершенствования конструкции машин повышаются требования к оборудованию технического сервиса. Эти требования касаются и средств технической диагностики, способных существенно повысить достоверность диагностирования и снизить его трудоемкость. В настоящее время существующие методы и способы оценки технического состояния цилиндропоршневой группы не обеспечивают решение поставленной технической задачи. Существует необходимость разработки новых методов, которые позволят повысить точность диагностирования и сократить затраты труда и материальных ресурсов. Существуют различные способы диагностирования деталей цилиндропоршневой группы двигателя. Один из них [3, с. 52–86] позволяет оценить техническое состояние цилиндропоршневой группы по разности расхода воздуха во впускном и выпускном коллекторах, с помощью его оценивают среднее значение состояния ЦПГ. Однако этот способ не обладает необходимой точностью для определения технического состояния каждого цилиндра двигателя. И это направление необходимо развивать. Контроль технического состояния ЦПГ имеет практическую и научную значимость.

Одним из важнейших условий поддержания на высоком уровне эффективности и надежности двигателей является своевременное обнаружение и предупреждение отказов, возникающих в процессе эксплуатации.

Одним из путей в решении проблемы повышения надежности двигателя является оценка текущего состояния агрегатов по содержанию продуктов износа в масле на основе спектрального анализа. Способ диагностирования двигателей внутреннего сгорания (ДВС) по комплексному анализу работающего смазочного масла достаточно надежно зарекомендовал себя в практической работе на предприятиях, эксплуатирующих ДВС.

Данный способ дает возможность определить текущее техническое состояние не только не разбирая ДВС и не прерывая процесса его эксплуа-

тации, а также осуществлять принятие обоснованных решений, связанных с проведением необходимых технических воздействий с целью восстановления работоспособности соответствующих узлов уже на ранней стадии, когда восстановление работоспособности не связано с большими материальными затратами. Кроме этого, имеется возможность существенной экономии моторного масла, т. к. определяя состояние ДВС, определяется и состояние носителя информации – моторного масла.

Процесс диагностирования ДВС по анализу работающего смазочного масла можно разделить на составляющие:

- 1) отбор проб;
- 2) спектральный анализ;
- 3) обработка данных;
- 4) принятие решения.

Все вышеперечисленные стадии диагностирования, кроме отбора проб, детально изучены и получили научное обоснование. Следует отметить, что процесс отбора проб, от которого зависит точность определения продуктов изнашивания в масле, мало изучен, а именно, нет исследований, подтверждающих зависимость концентрации продуктов изнашивания в масле от времени отбора пробы [2, с. 16–17]. Таким образом, проведение исследований для установления таковой зависимости является актуальной задачей.

Спектральный анализ позволяет интерактивно определить в масле содержание всех металлов, применяемых в двигателестроении. Осаждение металлов происходит по всему объему маслосистемы, следовательно, время осаждения приводит к возникновению погрешностей диагностирования методом спектрального анализа смазочного масла.

Воспользуемся уравнением баланса

$$\text{Кист} = \text{Кзамер} \pm \Delta\text{Кпотерь}, \quad (1)$$

где Кист – истинная концентрация металла в масле, г/т;

Кзамер – концентрация металла в масле, полученная по результатам спектрального анализа, г/т;

$\Delta\text{Кпотерь}$ – потери (накопления) металла в результате осаждения, циркуляции, г/т.

Как видно из уравнения (1), отсутствует критерий времени осаждения продуктов износа в масле, который является важным показателем для определения оптимального времени отбора проб масла с целью повышения точности результатов диагностирования ДВС.

Заметим, что время осаждения частиц металла в пробе чистого масла t_0^0 и время осаждения частиц металла в пробе работающего сма-

зочного масла t_i^m не одинаковы, т. е. $t_i^0 \neq t_i^m$. Вводя понятие коэффициента осаждения $K = t_i^m / t_i^0$, путем математических преобразований уравнения (1), получим зависимость $K_i^0 = K_{ист} / (K_{замер} \pm \Delta K_{потерь})$.

Таким образом, исследуя коэффициент осаждения, можно проследить зависимость концентрации продуктов изнашивания в масле от времени отбора проб и обосновать наиболее оптимальный интервал времени отбора проб, при котором погрешности и ошибки диагностирования будут минимальны, следовательно, и результаты диагностирования будут наиболее точными.

Для проведения эксперимента по исследованию зависимости концентрации металлов в масле от времени отбора проб предложена установка, общий вид которой представлен на рис. 1.

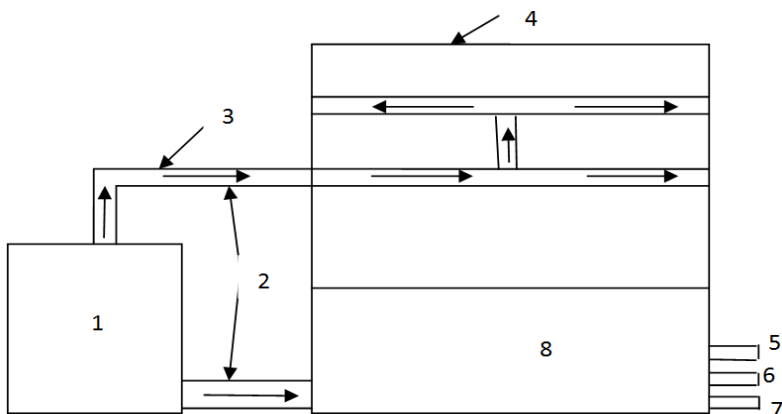


Рисунок 1 – Схема установки:

1 – электронасос; 2 – масляная магистраль; 3 – отверстие для отбора проб из масляной магистрали; 4 – крышка; 5, 6, 7 – отверстия для отбора проб по уровням: верхний уровень отбора, средний и нижний соответственно; 8 – корпус

В отдельной емкости производилось смешивание чистого масла и порошка металла в известной пропорции. После полного смешения и получения однородной массы, была взята начальная проба масла с известной концентрацией металла.

Далее масло с известным содержанием металла было залито в установку циркуляции масла. После 30 минутной работы машина была остановлена, произведен отбор пробы из масляной магистрали (позиция 3) и пробы из отверстий верхнего, среднего и нижнего уровней

отбора (позиции 5, 6, 7). Дальнейший отбор проб масла осуществлялся через каждые 15 минут по аналогичной схеме. Отбор проб масла в данной последовательности осуществлялся в течение 45 минут со времени остановки машины.

На основе полученных результатов эксперимента построены графики зависимости коэффициента осаждения от временного интервала отбора проб масла по уровням отбора в соответствии с зависимостью (5).

На рис. 2 представлен график зависимости коэффициента осаждения от временного интервала отбора проб масла для нижнего уровня отбора.

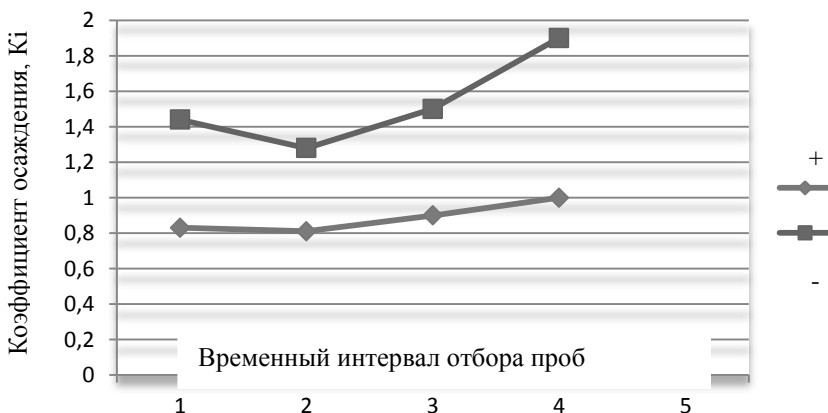


Рисунок 2 – График зависимости коэффициента осаждения от временного интервала отбора проб масла для нижнего уровня отбора

Уравнения зависимостей коэффициента осаждения от временного интервала отбора проб для верхнего K_B^0 , среднего K_C^0 и нижнего K_H^0 уровней, имеет вид:

$$K_B^0 = 0,5654t^2 - 2,449t + 3,58; \quad R = 0,944;$$

$$K_C^0 = -0,455t^2 + 1,809t + 0,90; \quad R = 0,617;$$

$$K_H^0 = 0,0813t^2 - 0,3118t + 1,4038; \quad R = 0,9991;$$

В результате анализа полученных уравнений можно сделать вывод, что отбор проб следует производить с нижнего в течение 10–20 минут после остановки двигателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Викулов С. В., Сорокин Н. Н. О диагностическом алгоритме контроля технического состояния судовых дизелей по параметрам работающего масла. // Двигателестроение. М.: 2009. № 6. С. 32–34.
2. Дизели. Техническое диагностирование и прогнозирование остаточного ресурса методом спектрального анализа масла. Общие требования. М.: Издательство стандартов, 2010. 25 с.
3. Ломухин В. Б. Основы современной эксплуатации двигателей. Новосибирск: Издательство «Наука», 2010. 188 с.
4. Понизовский А. Ю. Оценка технического состояния цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания: автореферат дис. к.т.н. Новосибирск: 2010. 23 с.
5. Система диагностирования дизелей по методу комплексного анализа смазочного масла. Новосибирск: Издательство стандартов, 2008. 79 с.

INFLUENCE OF SAMPLING FOR ACCURACY ENGINE DIAGNOSIS FOR OIL

Keywords: *analysis, deposition of metal, diagnosis, lubricating oil, spectral analysis, test.*

Annotation. *One of the ways in improving the reliability of the engine is to assess the current state of the units on the content of wear in oil on the basis of spectral analysis.*

This method makes it possible to determine the current state of technical examining not only the engine and without interrupting the process of exploitation, as well as to make informed decisions related to the necessary technical action of a performance in order to restore the respective nodes at an early stage, when restoring operational state among not associated with high material costs.

ГЛАДЦЫН АЛЕКСАНДР ЮРЬЕВИЧ – кандидат экономических наук, доцент, Нижегородский инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (aleck.gladtsyn@yandex.ru).

GLADTSYN ALEXANDR YRIEVICH – candidate of economic sciences, docent, Nizhny Novgorod engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (aleck.gladtsyn@yandex.ru).
